

ダイナミックマップ2.0・コンソーシアム (DM2.0コンソ)

～参加のお誘い～

2016年6月

名古屋大学大学院情報科学研究科 附属組込みシステム研究センター
名古屋大学名古屋COI拠点
同志社大学 モビリティ研究センター

Ver. 20160629

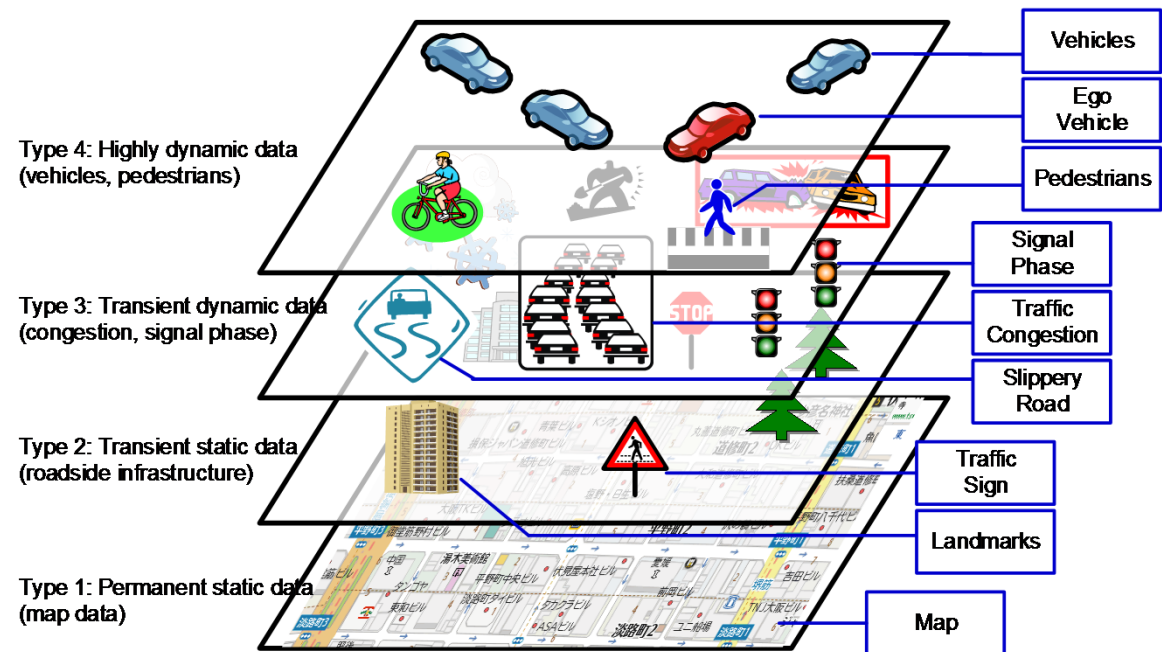
ダイナミックマップとは？

ダイナミックマップ

- ダイナミックマップとは？
 - 地図上に、動的な情報を重畳させた論理的なデータの集合体（仮想的なデータベース）
 - 情報をリアルタイムに管理する
 - 車両や歩行者の現在位置と移動状況
 - 交通状況（信号の現示, 渋滞, 事故など）
 - 道路情報（地図情報, リスクマップ）
- 標準化に向けた取り組み
 - 国際（欧州中心）：
 - Local Dynamic Map (LDM) と呼ぶ標準化活動が進行 (ETSI TC ITS WG1, CEN TC278 WG16/ISO TC204 WG18)
 - 国内：
 - 内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) での自動走行システム (SIP-adus) において取り組み

Local Dynamic Map (LDM)

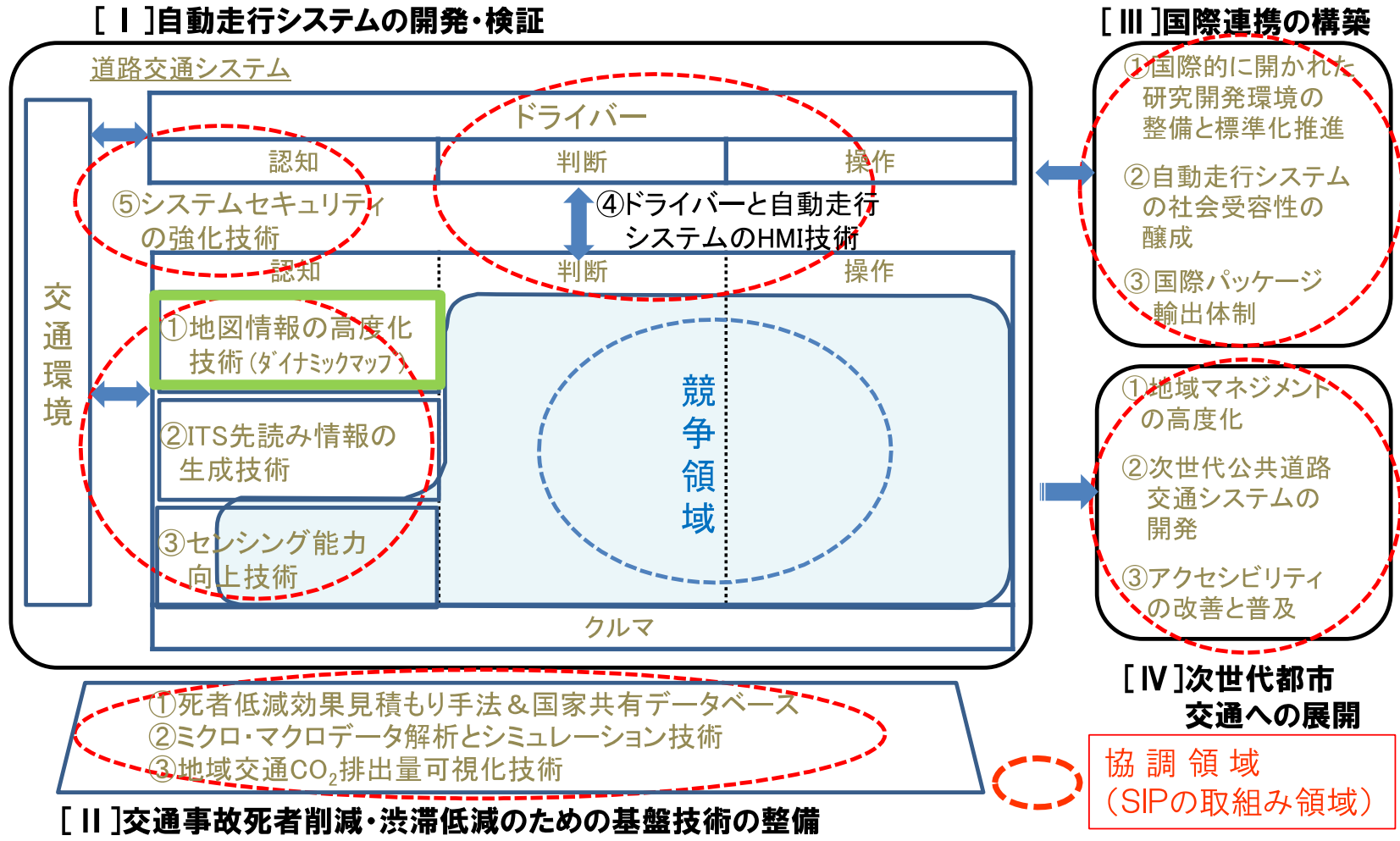
- LDMとは？
 - ローカルな領域におけるダイナミックマップ
 - 扱う情報：地理的情報，周辺車両・道路状態・交通状況・天気など
 - 更新頻度に応じて4階層で管理・保持
 - アプリケーションからの問い合わせ（クエリ）で，追突防止支援，緊急車両接近警告，信号情報提供，歩行者・自転車存在情報などを提供
 - 車々間・路車間通信を利用した安全運転支援システム（協調ITS）で利用
 - 欧米が協調して国際標準化を目指しているキーテクノロジー



SIP自動走行システム (SIP-adus)

- SIPとは？
 - 内閣府による「戦略的イノベーション創造プログラム」
 - 総合科学技術・イノベーション会議（内閣府）が司令塔となり、府省の枠を超えて推進。11の研究課題。
- SIP自動走行システム (SIP-adus)
 - SIPの11の研究課題の内の1つ
 - プログラムディレクタ(PD)：葛巻清吾（トヨタ自動車）
 - 警察庁，総務省，経産省，国交省（道路局，自動車局）が協力
 - 2020年の東京オリンピック・パラリンピックで，東京において準自動走行システム（レベル3）を先駆けて実用化する
 - 推進体制
 - 自動走行システム推進委員会
 - システム実用化WG
 - 地図構造化TF（主査：高田広章（名古屋大学））
 - 次世代都市交通WG
 - 国際連携WG
 - 研究開発の実施は，公募により選定された事業者が担当

SIP-adusの研究開発テーマの位置付け



「SIP 自動走行システム 研究開発計画」(2015年5月21日)掲載の図に加筆

名古屋大学における今までの取り組み

2つの研究チームによる研究が進められている

1. CLOUDIAコンソ (2009年～現在)

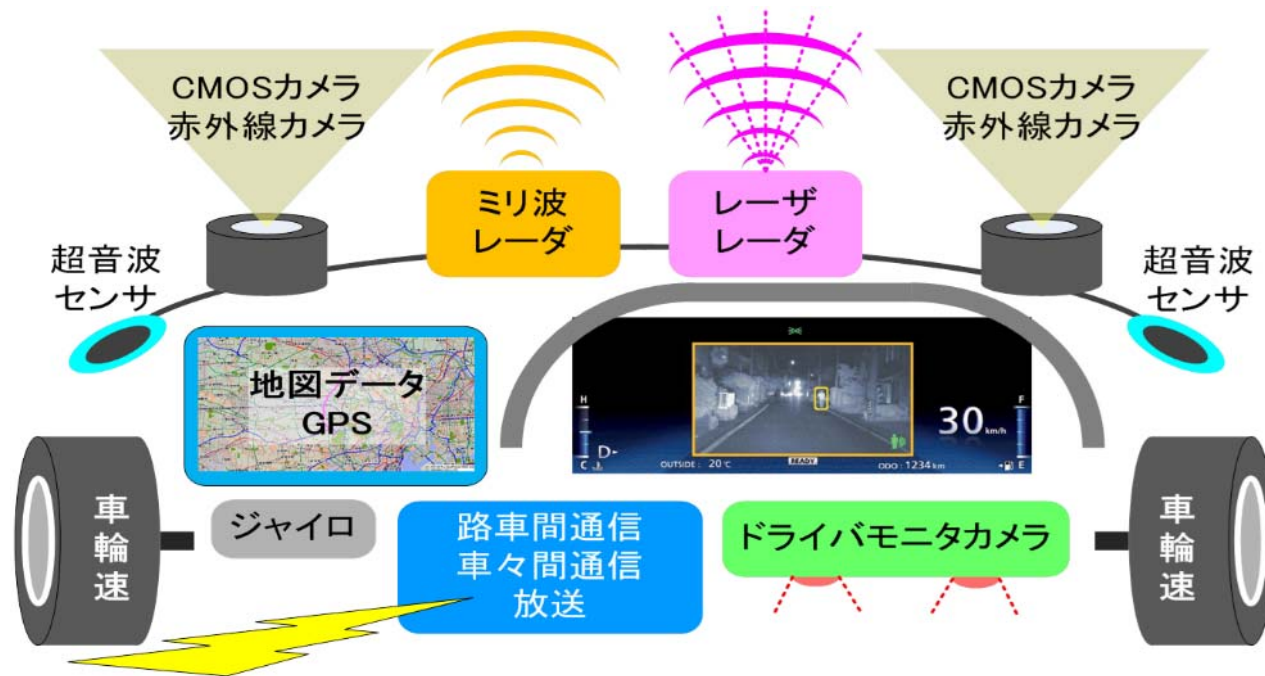
- リーダー：高田広章 (名古屋大学)
- 参加団体：名古屋大学情報科学研究科附属組込みシステム研究センター，同志社大学モビリティ研究センター，トヨタ自動車，NTTデータMSE，デンソー，豊田中央研究所
- 研究内容：車載データ統合アーキテクチャに基づく組込みリアルタイム向けデータストリーム管理システムのプラットフォーム開発とダイナミックマップへの適用

2. COIダイナミックマップユニット (COI-TIG) (2014年～現在)

- リーダー：高田広章 (名古屋大学)
- 参加団体：名古屋大学未来社会創造機構，トヨタ自動車，デンソー，豊田中央研究所，産業技術総合研究所，東京農工大学，愛知県立大学
- 研究内容：都市レベルでの交通に関するセンサーデータの収集・管理・活用を実現する「交通社会ダイナミックマップ」のプロトタイプシステムを開発

CLLOUDIAコンソ研究の背景

- 車載センサの増加・複雑化
 - 車両走行時の安全性向上のために様々なセンサ類が搭載
 - カメラ, レーダ, 車々間・路車間通信など
 - データの種類や量の増加とともに, 管理・開発が複雑化
 - 周辺車両, 歩行者, 車線, 路面状況, 交差点信号



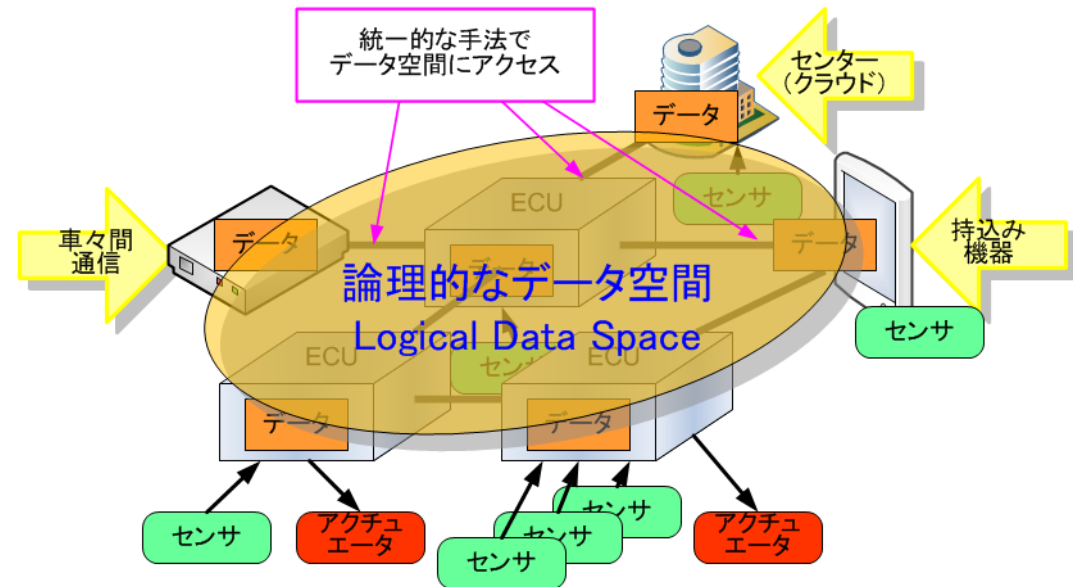
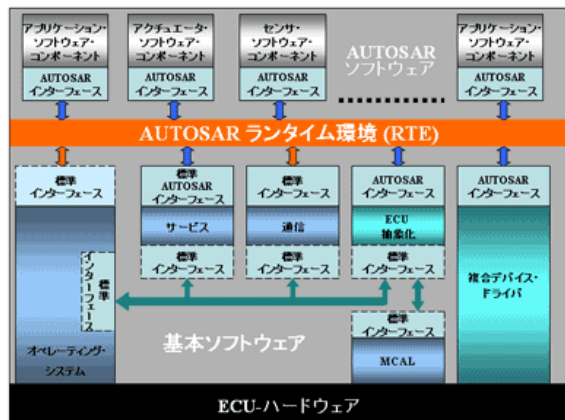
車載データ統合

- 機能連携 (AUTOSAR) ⇒ データ統合 (CLOUDIA)
 - 車両の走行環境を, 特定の論理的なデータ空間内に表現
 - 論理的データ空間に対しての統一したアクセスで, 容易に情報取得

AUTOSARによる機能連携

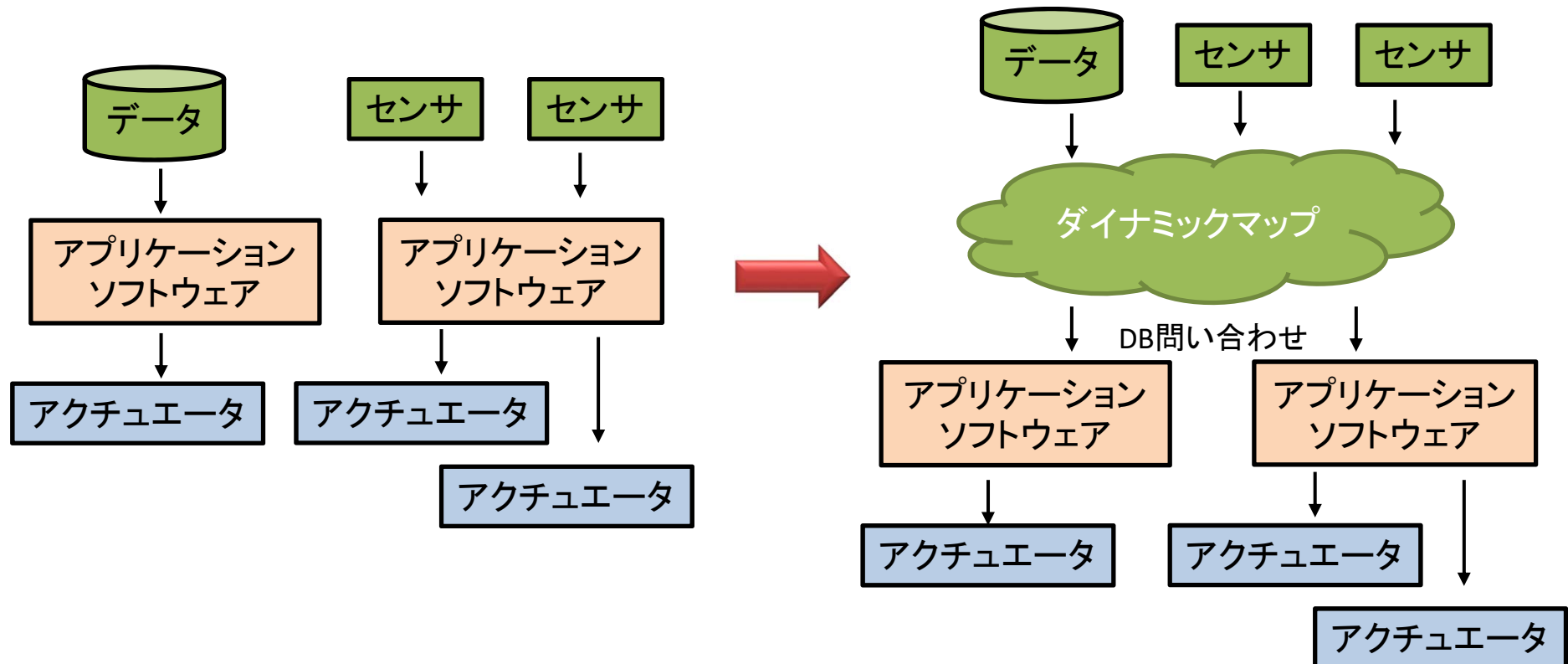


車載データ統合アーキテクチャ



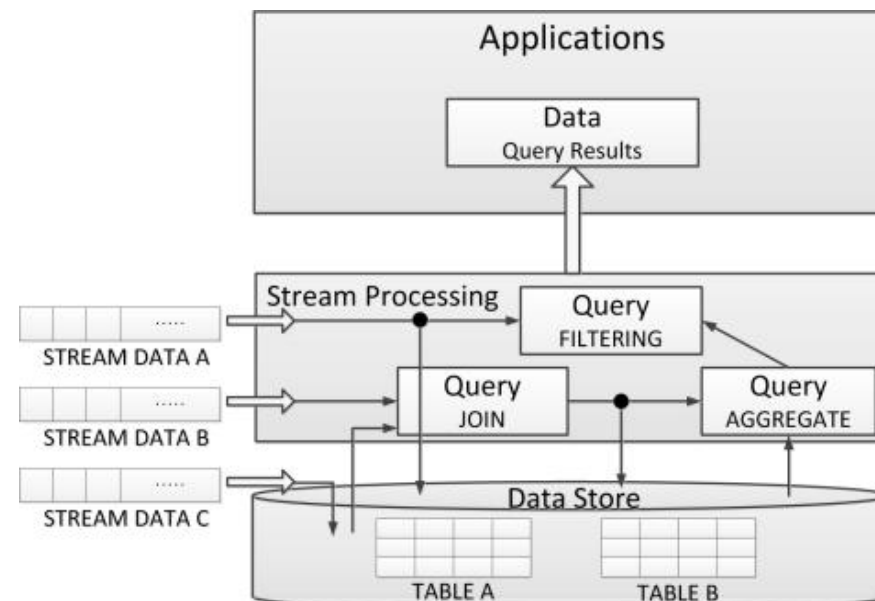
データ統合のダイナミックマップへの適用

- センサ類に個別に対応するアプリケーション開発は、新たなセンサ類が追加された場合の作り直し工数が大きく、非効率的。
- ダイナミックマップとして統合されるデータを設定し、アクセス方式を整備することで、アプリケーションソフトウェアの変更を最小限にする



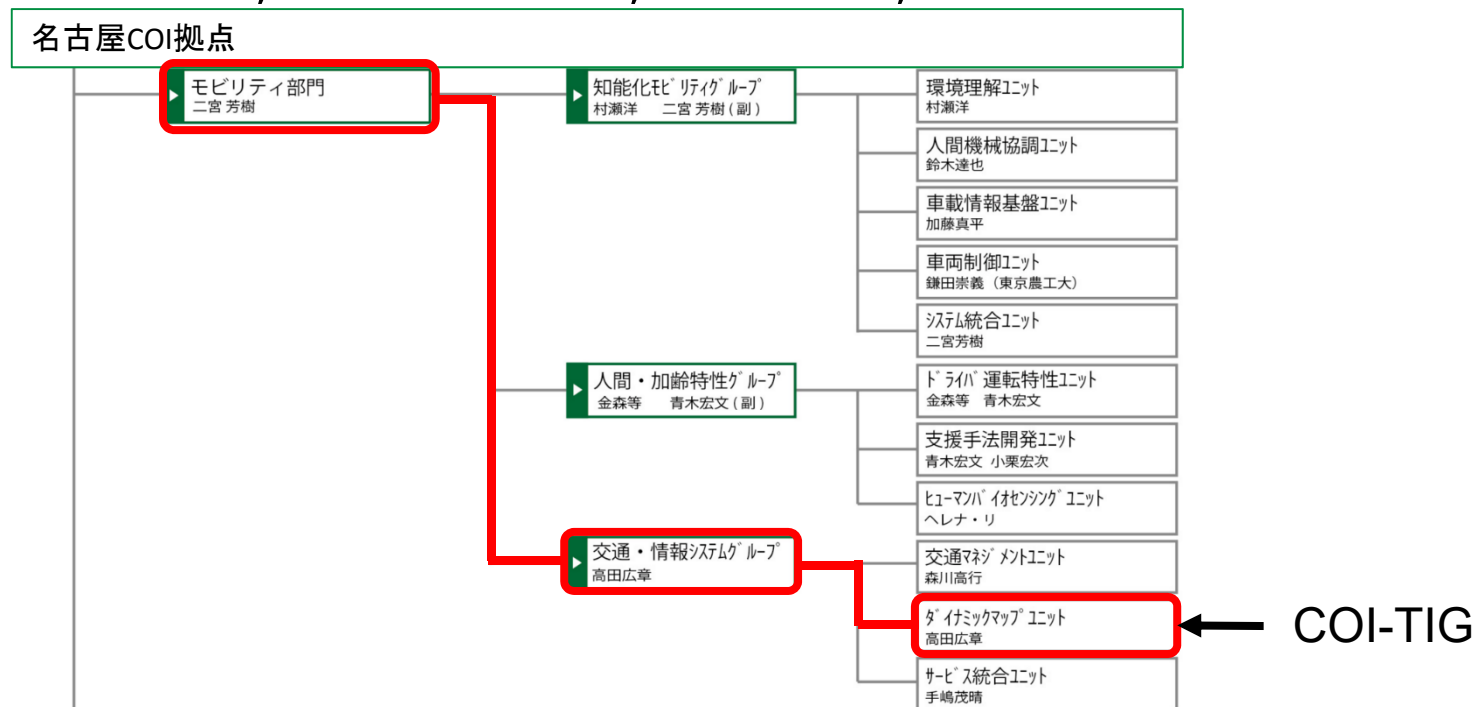
ストリームLDM

- 新しいデータストリーム管理システム(DSMS)と、既存のデータベース管理システム(DBMS)を融合して、ダイナミックマップを実現
- ストリームLDMの特徴
 - 高速な処理を実現するため、地図データなどの静的情報のストリーム化機能を追加
 - 周辺車両増加に伴う処理負荷増大に対応するため、優先度制御機構を導入
 - 単一ノードだけでなく、センタ併用などのクラウドにも対応可能

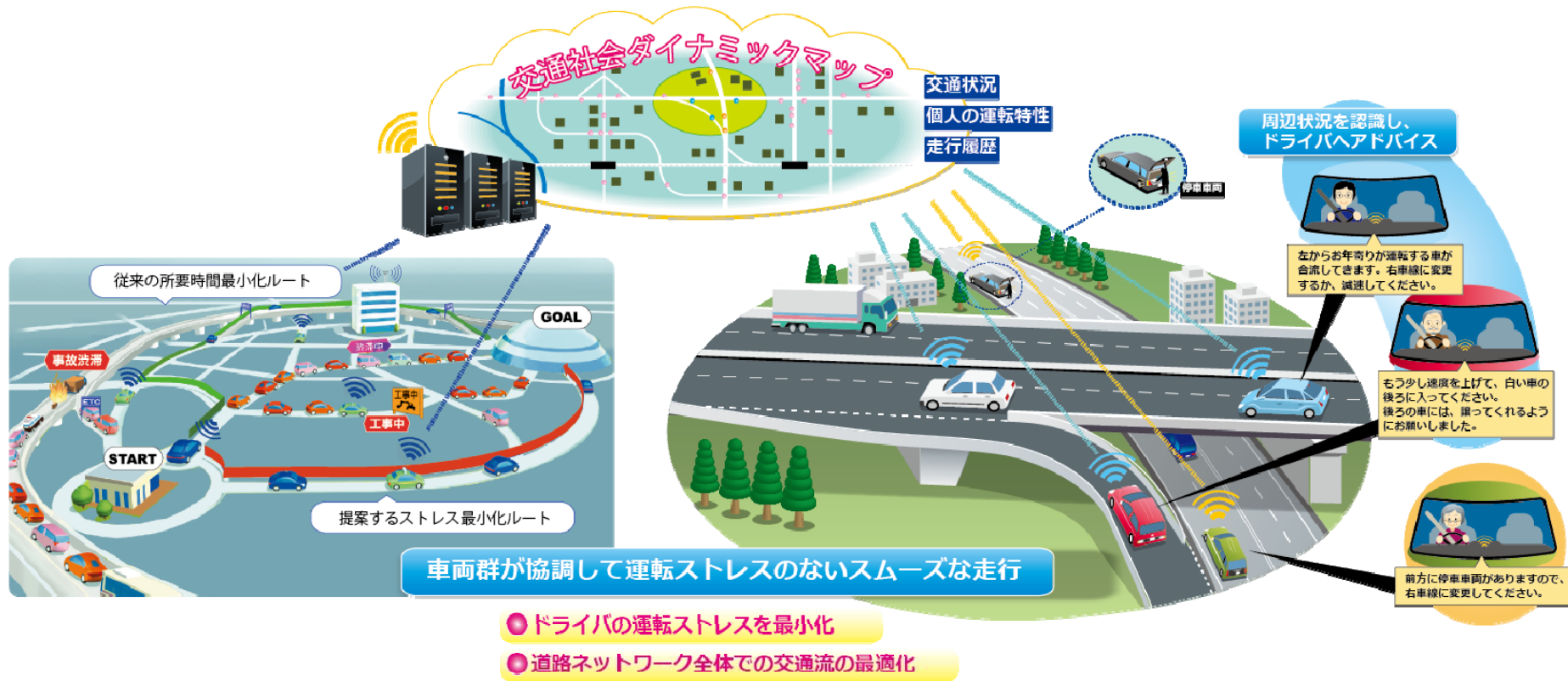


COI-TIGの名古屋COI拠点における位置

- 名古屋COI拠点
 - 「多様化・個別化社会イノベーションデザイン拠点 ~いつまでも生き活きと活動し暮らせる社会とモビリティ~」の推進拠点
 - 参加団体
 - 愛知県, 豊田市, 旭硝子, デンソー, トヨタ自動車, 豊田中央研究所, パナソニック, 富士通, 産業技術総合研究所, 愛知県公立大学, 東京農工大学, 東京大学, 名古屋大学



ストレスフリー交通マネジメントの例（協調型運転支援）



ダイナミックマップの一步進んだ使い方

Copyright © 2014 by 名古屋COI

交通社会ダイナミックマップのプロトタイプ開発

運転者視点評価

ドライビングシミュレータ
(UC-win/Road)

レーンレベルナビ
(独自開発)

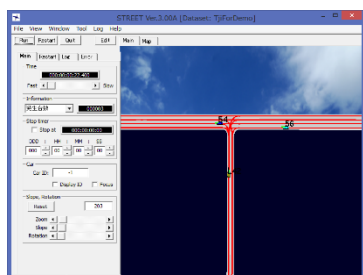
シミュレータ間連携
仮想車両を操縦



- **プロトタイプシステムの開発**
 - 動的, 静的, 道路, 予測情報を扱う
 - クエリを用いて情報統合を容易化
- **評価環境の構築**
 - 交通シミュレータと運転シミュレータを連携した評価が可能

都市全体評価

仮想ドライバ



車両

歩行者

インフラ
(道路)

Empty

データ送信

ネットワーク

交通社会ダイナミックマップ (第1フェーズ版)

ダイナミックマップ
ビューア

クエリ

予測情報

動的情報

静的情報

道路情報

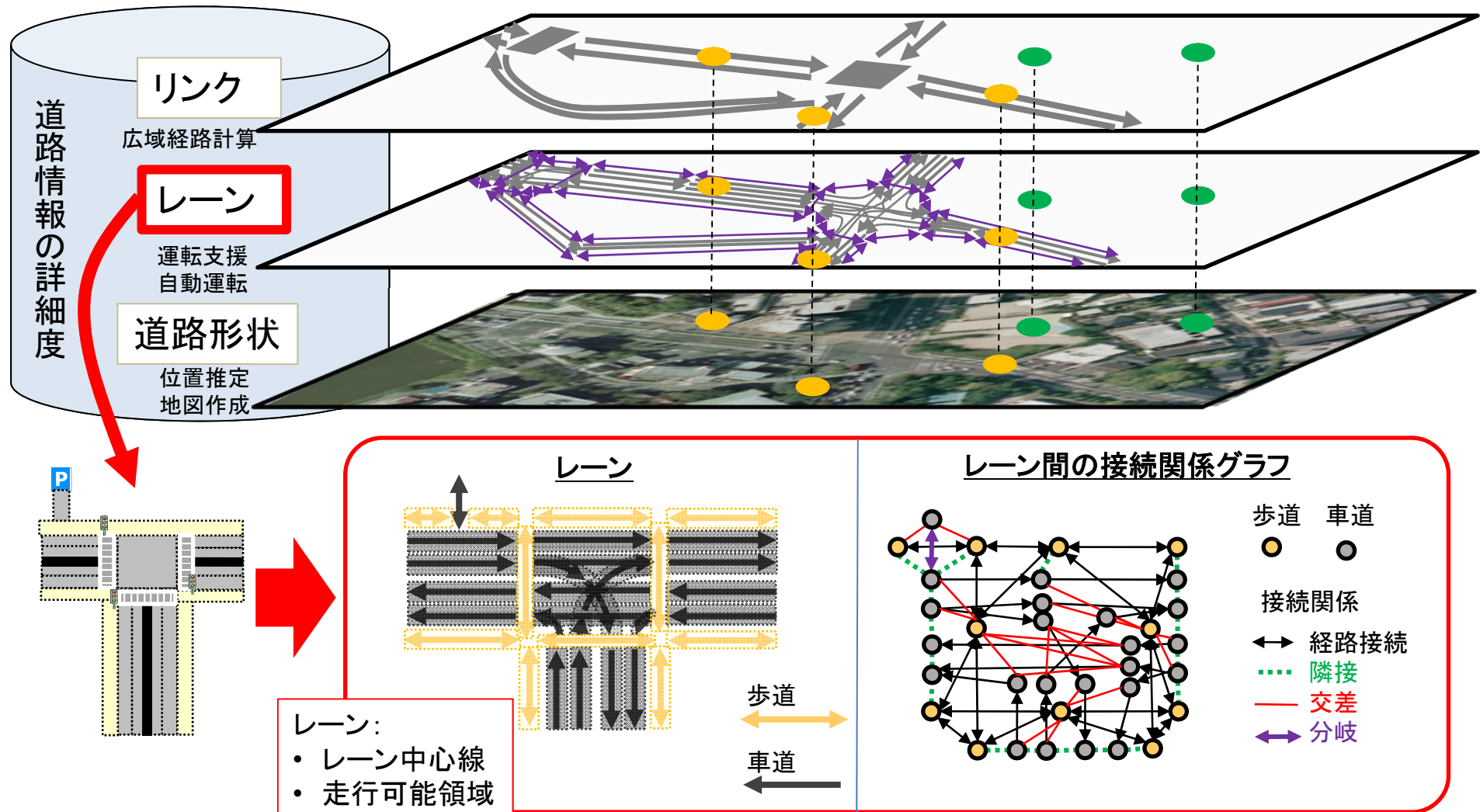
DSMS
(StreamSpinner)

DBMS
(PostgreSQL)

交通シミュレータ(トヨタ STREET)

レーンレベル道路地図フォーマットの策定

- アプリケーションに応じた三つの粒度の道路地図を定義



新コンソーシアムの立ち上げ DM2.0コンソーシアム

DM2.0コンソーシアムを立ち上げる

DM2.0 (Dynamic Map 2.0) コンソーシアム

次の2点を目的として、ダイナミックマップの活用を研究する共同体。

1. 協調型ITSの基盤作りと新規サービス創出の後押し (SIPの次のステップのユースケースを目指す)

- 例1：合流調停のためには、異なる車両間で共通のダイナミックマップへのアクセスが必要
- 例2：ダイナミックマップ上の各種サービスと融合したビジネスを行うためには、差別化データの追加・削除やセキュリティ方式の統一が必要
- 例3：クラウド、エッジ、組み込みの機器に対応して、データやサービスの最適な配置方針や、機器間の通信プロトコルを定めることが必要。

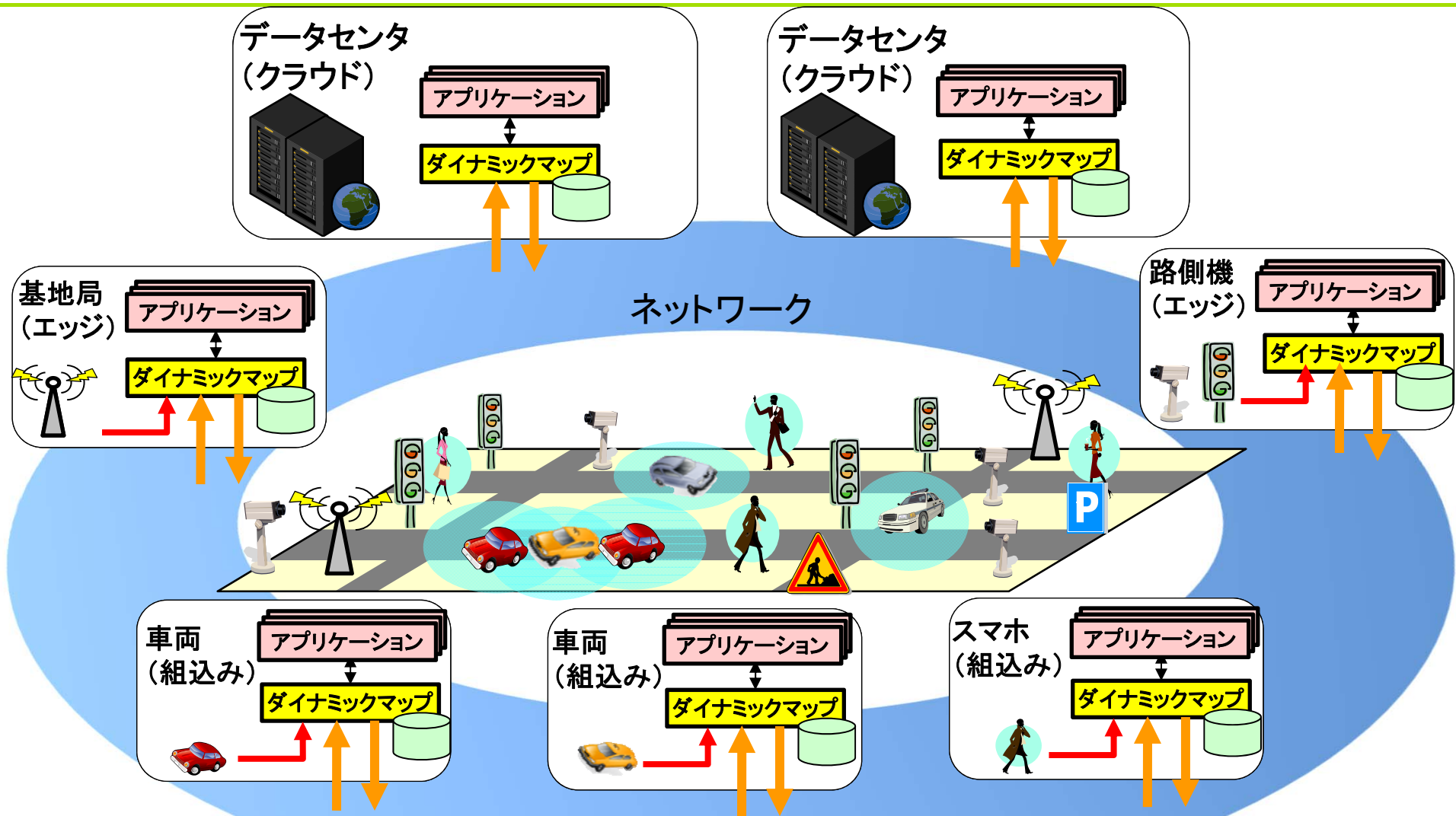
2. 協調領域の拡大(オープンイノベーション)と海外展開(インフラ輸出)の後押し

- 例1：道路交通に関連する静的や動的なデータを取り扱うシステムをWebと組み込みの実装して、将来に、様々な交通手段(マルチモーダル)や国全体のインフラへと発展する
- 例2：合流調停システムとそれを実現するためのインフラの海外へ輸出

DM2.0における2.0の想い

SIP開発領域の次のステップに向けたダイナミックマップ先行研究

DM2.0全体像



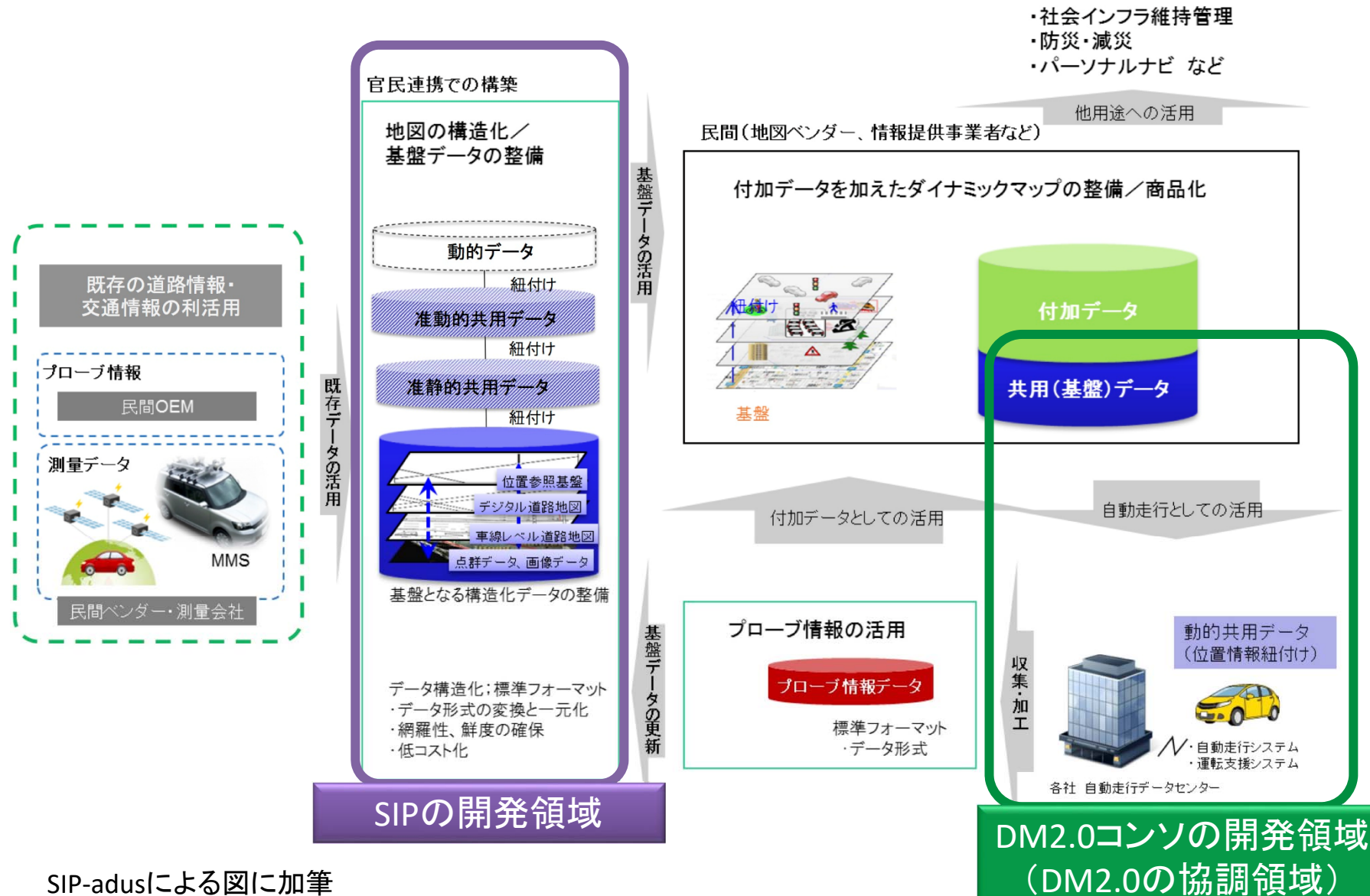
ダイナミックマップは、地図上に動的な情報を重畳させた論理的なデータの集合

- 動的な情報はローカルなセンサからだけでなく、**ネットワーク経由で送受信**される
- ダイナミックマップを必要とするアプリケーションは、**組込み、エッジ、クラウド**に存在

DM2.0が拓く未来像（DM2.0：DM2.0コンソの成果物総称）

- 自動走行、ストレスフリー交通マネージメント。
- 新産業創出
 - ダイナミックマップを活用したビジネスが生まれる
 - 例1：各企業が収集したデータの流通
 - DM2.0上では、課金やパーミッションが保証されている
 - 例2：ダイナミックマップを活用する有料サービス提供
- 「Cloud」「Edge」「組込み」の活用促進
 - 分散してもシームレスなサービスを保証する通信が整備されている
- 道路交通ダイナミックマップからのオープンイノベーション
 - 例1：ダイナミックマップの範囲を、マルチモーダルや他のインフラまで拡張
 - 例2：ダイナミックマップ利活用を促進する開発環境の整備と、さらなる利用範囲の拡大
- ダイナミックマップのインフラ輸出
 - 将来、ダイナミックマップをインフラとして輸出する

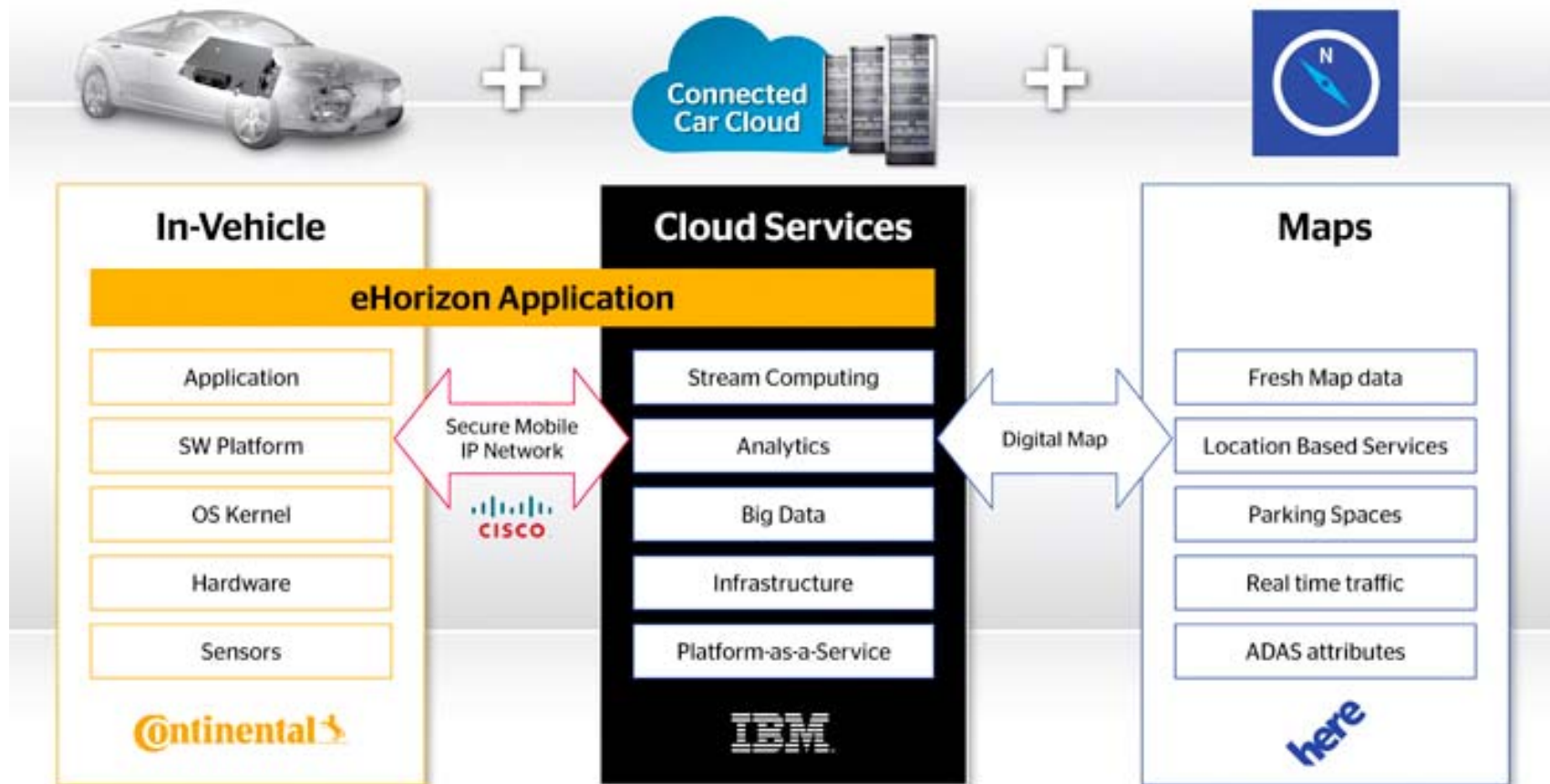
SIPの開発領域 と DM2.0コンソの開発領域の棲み分け



SIP-adusによる図に加筆

海外でのダイナミックマップに関する取り組み例

- コンチネンタル, HERE, IBMの連携によるeHorizonの構想



<http://autoprove.net/2015/07/61888.html> より

欧州ではコンソーシアム活動が新産業を支えている

例：CAR 2 CAR Communication Consortium (C2CCC)



引用：<https://www.car-2-car.org/index.php?id=5>

- ・ITSの欧州標準
- ・V2Vの検証プロセス
- ・周波数帯域の割り当て
- ...



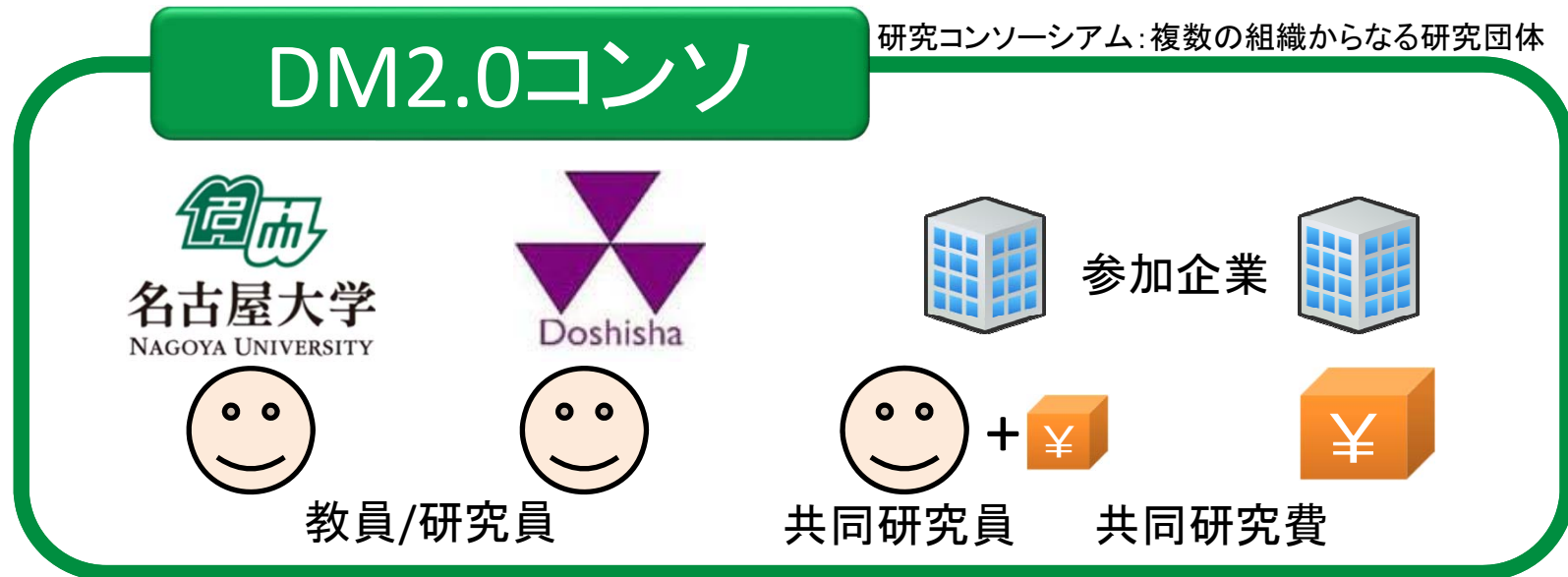
- ・ETSI/ISOで通信プロトコルを標準化
- ・開発したソフトウェアの実運用環境への適用

日本型のコンソーシアムでダイナミックマップ開発を行いたい コンソーシアム形成による利点

- ・利害関係の調整が進み、効率的に技術上の課題を解決
- ・協調領域の整備が行われ、競争領域でのビジネスの立ち上げ時間が短縮
- ・将来にわたる技術進歩にキャッチアップする体制作り

DM2.0コンソ = CLOUDIAコンソ + COI-TIG

- DM2.0コンソ(ダイナミックマップ2.0・コンソーシアム)
名古屋大学のCLOUDIAコンソとCOI-TIG研究を統合する



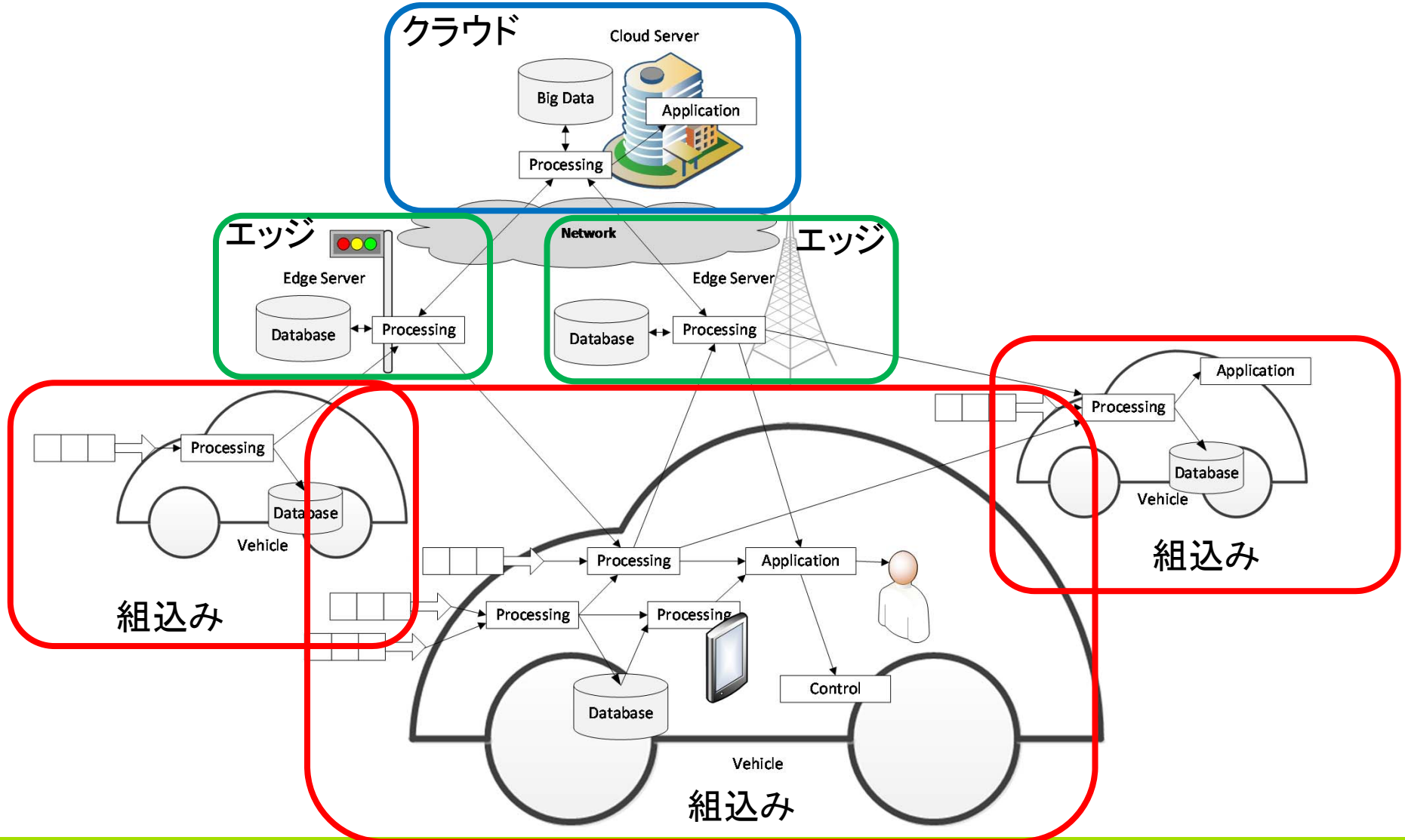
参加企業の多様なメリット

- 1社あたりの開発投資を減らせる
- ビジネス化の時点で技術的に先行できる
- 大学に派遣し常駐する共同研究員に技術が蓄積する
- 共同研究員が博士号を取得する可能性 (複数の実績)

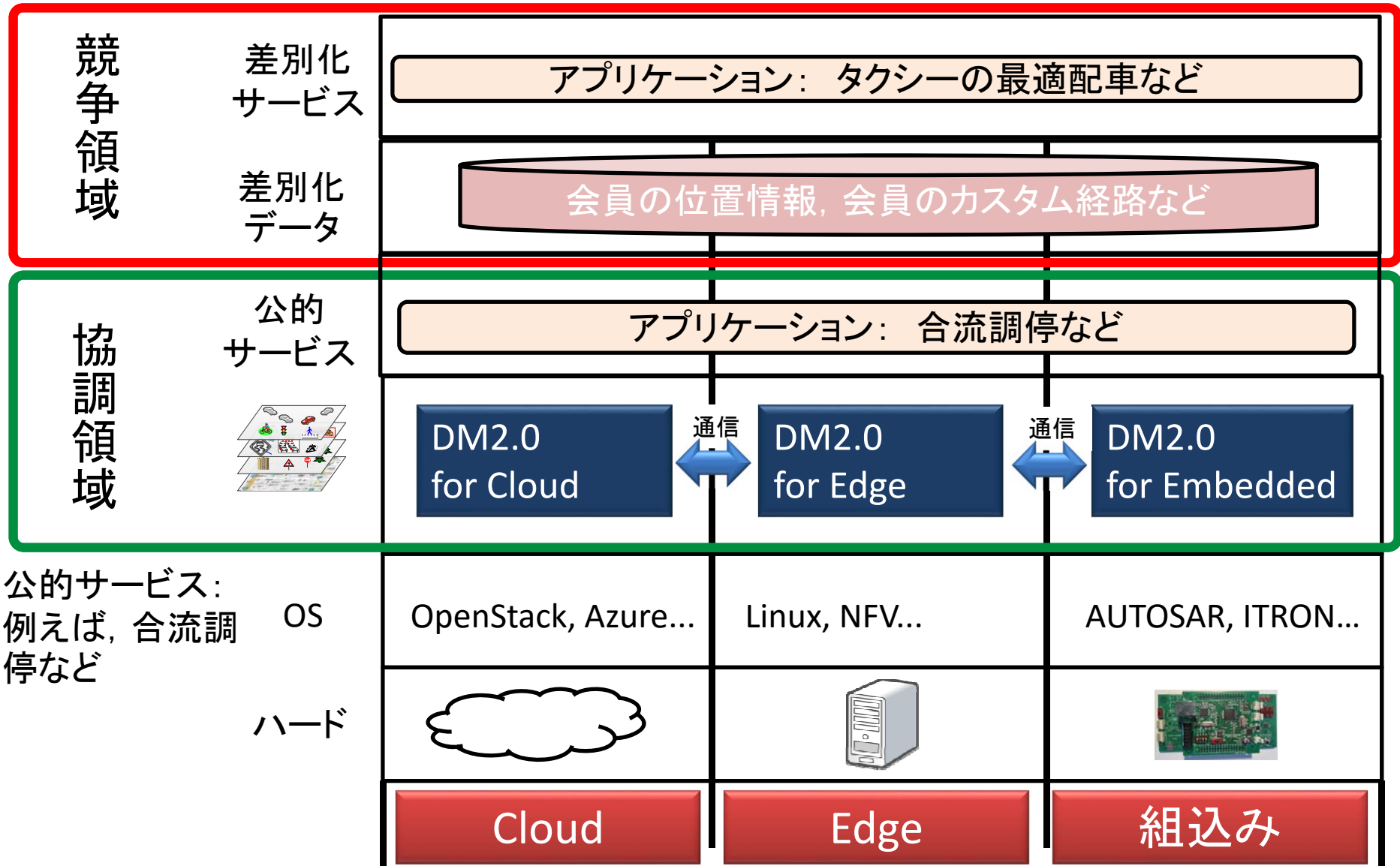
DM2.0コンソの特徴と研究テーマ案

DM2.0は, クラウド, エッジ, 組込みをカバーする

クラウドから末端の車両までをカバーする



DM2.0コンソにおける「協調領域」と「競争領域」



DM2.0コンソの研究テーマ案（1）

以下から複数の具体的な研究テーマを設定する

1. CLOUDIA, COI-TIG研究の復習とアップデート
 - ダイナミックマップのアーキテクチャ
 - ダイナミックマップで管理するデータ
 - ダイナミックマップに対するデータ検索のユースケース
 - 地図のデータ構造
2. ダイナミックマップのクエリ言語とDBシステム
 - クエリ言語仕様, DBシステム仕様
 - DBシステム(DBMSとDSMS)を実装(クラウド, エッジ, 組み込み)
 - DBMS: Data Base Management System
 - DSMS: Data Stream Management System
3. ダイナミックマップのデータ定義
 - 信頼度, 精度の扱い
 - データフュージョンの方法
 - セキュリティ, 個人情報の扱い
 - 地図の取り扱いを容易にする付加データの自動生成

DM2.0コンソの研究テーマ案（2）

4. ユースケースによる要求分析とアプリ開発
 - 例1：合流調停
 - クラウドとエッジと組みみに分散させた実装
 - 例2：交通流予測
5. 通信／分散方式の検討
 - DSRC, セルラー
 - クラウド, エッジ, 組みみでの, データの管理方法
6. ダイナミックマップの評価実験
 - 実験環境の構築（シミュレータまたは実機）
 - 評価実験の実施

コンソーシアムへの参加企業と共に
研究テーマをさらに検討する

DM2.0コンソーシアム 研究計画, 体制

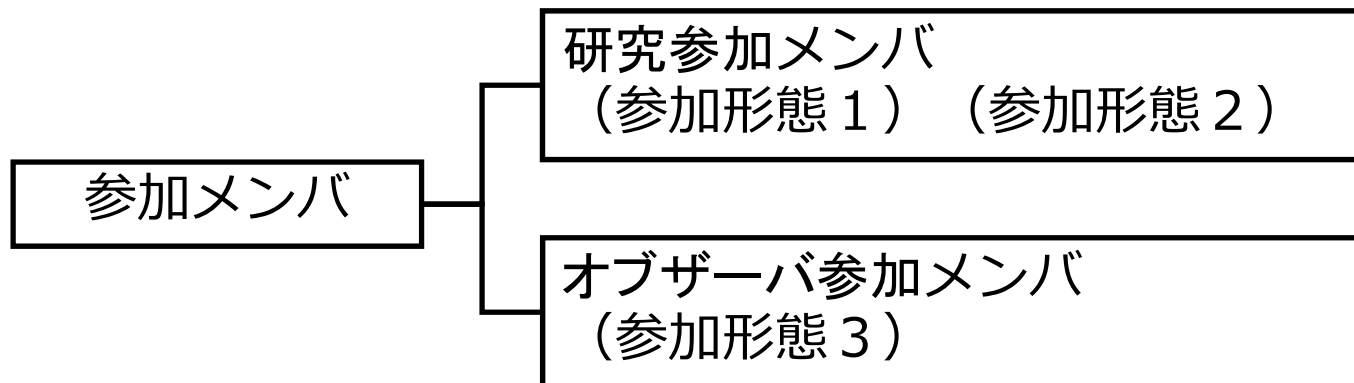
研究計画

- 研究期間（予定）
 - 2016年10月～2020年3月（3.5年間）
 - 研究契約は、年度ごとに更新
- 研究成果
 - 研究テーマに対する研究報告書
 - 前述の研究テーマ案と参加企業から寄せられる意見を総合的に判断して、具体的な研究テーマを定める
 - システム開発が可能なテーマは、開発成果一式
 - 仕様書，設計書
 - リファレンス実装プログラム
 - Cloud, Edge, 組み込みでの動作

参加形態

3種類の参加形態

- (参加形態1) 研究参加 (人的参加 + 研究費)
- (参加形態2) 研究参加 (研究費のみ)
- (参加形態3) オブザーバ参加 (公的機関・非営利機関)
 - 参加形態により, 「参加メンバ」を「研究参加メンバ」と「オブザーバ参加メンバ」に分類
 - 両者では, 知財権の取り扱いが異なる (後述)



参加形態別の解説

(参加形態1) 研究参加 (人的参加 + 研究費)

- コンソ型共同研究にフルタイムで従事する開発技術者1名と研究費を出す形で参加
- 人的参加： NCESに常駐し、フルタイム*で研究開発に従事
(*) 定期的な1日/月の、自社への帰社は認められる。
それ以上の定期的な帰社は、参加費を増額する場合がある。

(参加形態2) 研究参加 (研究費のみ)

- 研究費のみを出し、研究員を出さない

(参加形態3) オブザーバ参加 (公的機関・非営利機関)

- 公的機関・非営利機関のみ

例：各省庁, JARI, 日本デジタル道路地図協会, JSAE, JEITA, 大学

共同研究の参加費用

単位:万円

- 参加形態 1, 参加形態 2

$$\text{参加費用} = (900 - A) \times 1.1 + B \times C$$

A: 名大に常駐する社員の評価額

300から600. 300:初級技術者, 600:上級技術者

B: 共同研究員に係る研究料

6ヶ月超: 40万円, 6ヶ月以内: 20万円 (一人あたり)

C: 消費税加算

(1+消費税) = 1.08 (2016年度)

係数1.1: 一般間接費(研究費の10%)を加算するため

例: 参加形態1: 初級技術者(B=300万円)が, 1年間参加する場合

$$703.2\text{万円} = (900 - 300) * 1.1 + 40 * 1.08$$

例: 参加形態2: 研究費のみの参加

$$990\text{万円} = (900 - 0) * 1.1$$

- 参加形態 3

$$\text{参加費用} = 0$$

注意: 上記は, 1年間の参加費用.

2016年度は, 10月からの半年なので, 半額とする

DM2.0コンソへの参加企業の責務

- DM2.0コンソを名古屋COI拠点（以下、COI）の枠組みの中で実施することから、参加企業には、以下の責務が課せられる。
 1. 参加企業は、COIの「共同研究開発機関」になり、法人名を公開することに同意する（特段の拒絶理由がある場合は別途協議）
 2. DM2.0コンソにより得られた研究成果に関する情報を、COI実施のために必要と認められる範囲で、COIの構成員に対して開示することに合意する（ただし、守秘義務が課されている情報については、この限りでない）
 3. DM2.0コンソにおいて創製した知的財産権について、COIの構成員が、COIの試験/研究のために実施するときには、実施料などの対価を支払うことなく実施できることに合意する。また、日本版バイドール規定の適用対象となることに同意する
 4. DM2.0コンソの研究成果を、JSTに対するCOIの報告に含めることに同意する。また、DM2.0コンソの参加研究者を、JSTに提出するCOIの参加者リストに含めることに同意する（発明者、論文共著者になる可能性のある研究者は掲載が必須）

CLOUDIAコンソ参加企業の， DM2.0コンソへの合流

- CLOUDIAコンソーシアム参加企業は， 2016年10月1日から追加費用を支払うことなく， DM2.0コンソーシアムに合流する.
- 研究成果の取り扱い
 - 2016年9月30日までの成果は， CLOUDIAコンソの知財規則に従う
 - 2016年10月1日以降の成果は， DM2.0コンソの知財規則に従う

DM2.0コンソでの知的財産権の扱い

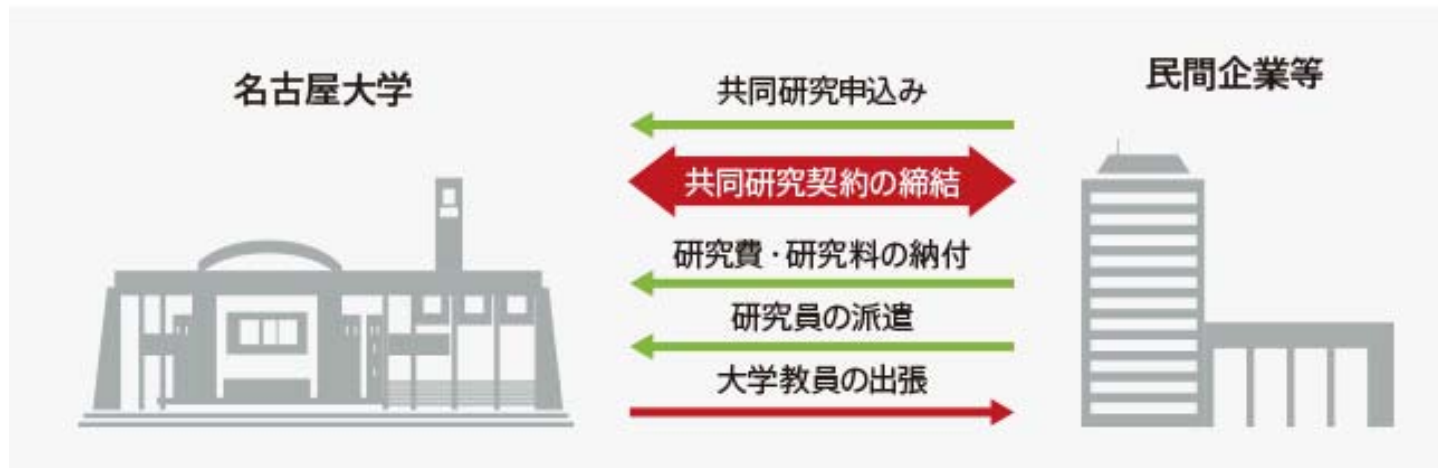
- 知的財産権の帰属
 - 発明の特許権は，その発明に寄与した研究者/技術者を出した企業および大学が，寄与した比率で所有する
 - 開発したソフトウェアの著作権は，その開発に研究者/技術者を出した企業および大学が，出した研究者/技術者の数に応じた比率で所有する
 - 研究費のみを出した企業は，著作権を持たない
- クローズな開発成果の利用権
 - 研究参加メンバ（オブザーバを除く）は，クローズなものを含めて，開発成果を無償で利用することができる
 - クローズな開発成果は，研究参加メンバ以外に対して，有償でライセンスできる
 - ライセンス料の決定にあたっては，コンソーシアムに参加する際の費用負担を考慮する
 - 開発成果を有償ライセンスした場合，そのライセンス料は，開発成果の所有率に応じて所有者に分配する
 - オブザーバ参加メンバは，クローズな開発成果の利用権を持たない

DM2.0コンソーシアム名古屋大学参加メンバ

- **高田 広章** (名古屋大学未来社会創造機構 教授, 大学院情報科学研究科附属組込みシステム研究センター長, 名古屋COI拠点交通・情報システムグループ長)
 - SIP-adus 地図構造化TF主査
- **佐藤 健哉** (同志社大学 教授・モビリティ研究センター長, 名古屋大学 特任教授)
 - 国際標準化機構ISO/TC204 日本代表
- **石川 佳治** (名古屋大学大学院情報科学研究科 教授)
 - 日本データベース学会理事
- **中本 幸一** (兵庫県立大学 教授, 名古屋大学 特任教授)
 - 情報処理学会組込みシステム研究会前主査
- **渡辺 陽介** (名古屋大学未来社会創造機構 特任准教授)
 - 情報処理学会データベースシステム研究会幹事
- **村瀬 勉** (名古屋大学情報基盤センター 教授)
- **山本 雅基** (名古屋大学大学院情報科学研究科 特任教授)
- **森川 高行** (名古屋大学未来社会創造機構 教授, 名古屋COI拠点リサーチリーダー)
- **金森 亮** (名古屋大学未来社会創造機構 特任准教授)
- **田代 むつみ** (名古屋大学未来社会創造機構 特任講師)
- **二宮 芳樹** (名古屋大学未来社会創造機構 特任教授, 名古屋COI拠点モビリティ部門長)
- **手嶋 茂晴** (名古屋大学未来社会創造機構 特任教授)
- **大野 沙知子** (名古屋大学未来社会創造機構 特任助教)

研究参加手続き

- 手続きフロー



<http://www.aip.nagoya-u.ac.jp/industry/joint/conjunction/index.html>

問い合わせ先：

附属組込みシステム研究センター 事務室

E-mail: nces-sec@nces.is.nagoya-u.ac.jp

Tel: 052-789-4228

補足資料

SIP-adus地図構造化TFの取り組み

- 地図構造化TFのミッション
 - 自動走行に用いる高度な地図（ダイナミックマップ）の構成や構築方法（データ構造, データの収集方法, データの配信方法, それらにかかるコスト）について検討する
- TFの活動
 - ダイナミックマップのビジネスモデル（誰がダイナミックマップを構築・運用するのか？コスト負担は？）の検討
 - レーンレベル地図に対する要件（ユースケース）の検討
 - レーンレベルの位置参照方式の検討
 - 委託事業の企画・管理
- 委託事業
 - 静的高精度地図の試作（H26年度）
 - ダイナミックマップの試作・検証（H27年度実施中）

自動走行におけるダイナミックマップの役割（1）

- 自動走行におけるダイナミックマップの利用目的
 - 自己位置推定
 - 自分が（地図上で）どこにいるかを特定すること
 - 自車の動きを決める（先読み）
 - 他車の動きを予測する（予測）
 - 障害物検知
 - 車両に積んだセンサ（自律センサ）からの周辺情報と高精度地図を比較することで、障害物情報を抽出
- 自動走行に使用する情報
 - 複数種類が考えられる
 1. 自車に搭載したセンサ情報だけを使用する（前方車の追従走行ならば可能）
 2. 加えて、地図情報を使用する（目的地の設定が可能）
 3. さらに、路車間や車車間で得た情報を使用する
 - いずれの場合でも、自動走行に使用する情報をダイナミックマップとして統一管理することで、システムの拡張性が保たれる

自動走行におけるダイナミックマップの役割（2）

- 自己位置推定
 - 自己位置推定に使える技術
 - GNSS（衛星による測位）, ジャイロ, 地図（広い意味でのマップマッチング）など
 - 一長一短があり, 状況に応じて使い分けることが必要
- 地図を用いた自己位置推定
 - 点群のマッピング … 実現できている技術
 - 車両に積んだセンサからの周囲の点群情報と, 点群情報を含む高精度地図とを照合して, 自己位置を決定
 - データ量・計算量が大きいという課題
 - センサが高価であることも課題の1つ
 - 道路の特徴点（とは何か？）のマッピング … 競争領域
 - 例えば, 道路上に描かれたペイント（道路の区画線, 横断歩道, 右左折の記号, 制限速度など）

自動走行におけるダイナミックマップの役割（3）

- 自車の動きを決める（先読み）
 - 出発地から目的地までの走行経路を決める
! 今のカーナビで実現できている。地図は必須
 - 1つの道路の中でどの車線を走るかを定める
 - 次に右折するのであれば、それまでに右車線に移動しておく
 - 前方に停止車両があれば、車線変更してよける
 - 右車線が右折車で詰まっていれば、左車線に移動する
 - ! ダイナミックマップが有益。自律センサだけでは難しい
- 車線内での走行軌跡を決める
 - カーブをスムーズに曲がる
 - 左側に歩行者がいれば、右に寄って間隔を確保する
 - 高速道路にスムーズに合流する
 - ! 自律センサとダイナミックマップを併用するのが妥当

自動走行におけるダイナミックマップの役割（４）

- **ダイナミックマップと安全性**
 - ダイナミックマップは（まずは）スムーズな走行に用いるためのもの
例）前方に停止している車両は、渋滞の末尾か？故障して止まっているのか？… ダイナミックマップからの情報で判断できる
 - 安全性（事故を起こさないように自動車を走行させること）は、自律センサで担保するのが出発点
 - 「地図の間違いで事故が起こった」は避けたい
 - ただし、どうしても安全に関わってしまう地図データがあると思われる（例：優先道路に関する情報）
 - 将来的には、ダイナミックマップ中の動的情報は、安全関連の制御に使われる可能性

COI-TIG：交通・情報システムグループ

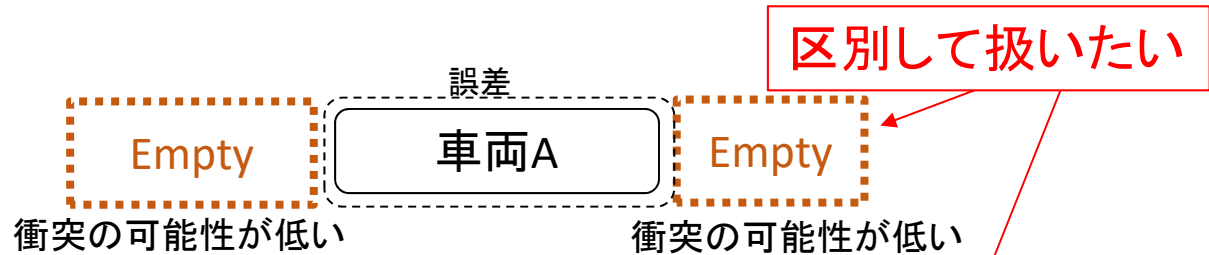
- グループリーダ
 - 高田広章
- 取り組みテーマ
 - 情報技術を用いた安全でストレスのない交通システム
 - 高齢者等が安全でストレスを感じない自由な移動を可能にするための交通システム（ストレスフリー交通マネジメント）の実現
 - それを実現する情報処理基盤として、交通社会に関するリアルタイムな状況をクラウド上に再現するデータベース（交通社会ダイナミックマップ）の構築

COI-TIG: 「何もない領域」と「判別不能な領域」の管理

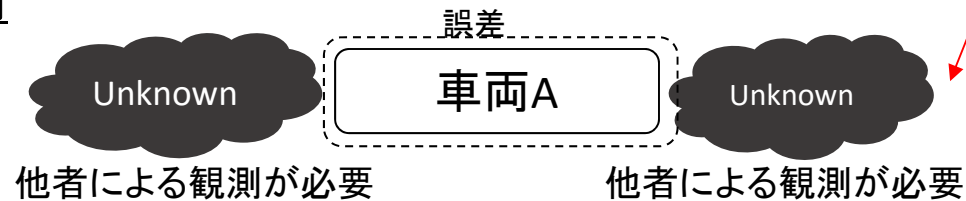
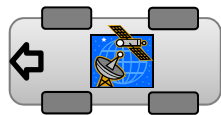
! すべての車両が最新の装備を持っているわけではない

- エンプティオブジェクト 特許出願済み
 - 「何もない領域」のダイナミックマップ内での物体表現
 - 物理法則や交通ルールに従った, 「ない」状態の時間経過による伝搬・拡散を表現

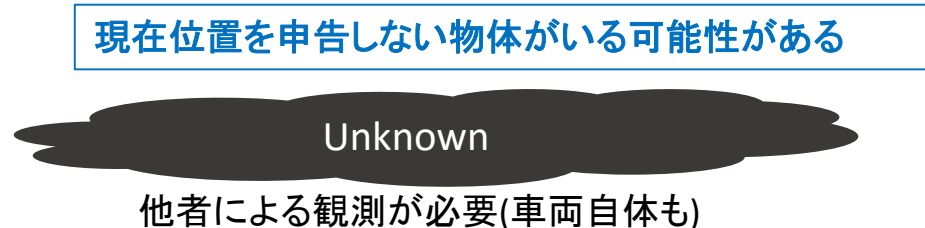
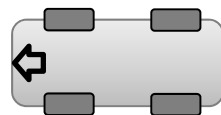
周辺情報を提供する車両



現在位置のみを申告する車両



何の情報も提供しない車両



COI-TIG : 実験

- 交通データの取得実験
 - 名古屋大学前の道路を常時撮影して、データを蓄積
 - そのデータをダイナミックマップに入力する方法を検討
 - ダイナミックマップのアーキテクチャ検討の材料としている
- 社会実験
 - COIの協調研究として実施
 - 豊田市をフィールドに、今できる技術でダイナミックマップの有効性を社会実験する
 - 大規模な社会実験の準備